

УДК 576.893.19 : 595.383.1 (268.45)

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНВАЗИИ  
БАРЕНЦЕВОМОРСКОЙ ЭВФАУЗИИДЫ  
THYSANOESSA RASCHII (CRUSTACEA: EUPHAUSIACEA)  
ГРЕГАРИНАМИ (SPOROZOA: GREGARININA)

© С. Ф. Тимофеев

На материале, собранном в южной части Баренцева моря в летний и зимний периоды, изучены количественные показатели инвазии эвфаузиид *Thysanoessa raschii* кишечными паразитами — грегаринами. Зимой споровики не обнаружены, тогда как в летний период интенсивность инвазии может достигать 1000 и более экз. Выявлена прямая зависимость между интенсивностью инвазии и способом питания раков: при фильтрации (питание фитопланктоном) она максимальна, при хищничестве — минимальна. Обсуждаются некоторые моменты взаимоотношений в данной системе паразит—хозяин.

Эвфаузииды (Euphausiacea) — массовые представители планктонных ракообразных, играющие заметную роль в функционировании экосистем Баренцева моря. Эти раки являются важнейшим пищевым ресурсом многих рыб (например, мойвы, трески) и морских птиц (Белопольский, 1957; Дробышева, 1994), служат промежуточными хозяевами для некоторых паразитических червей — паразитов рыб, птиц и морских млекопитающих (например, для нематод *Anisakis simplex*; Smith, 1983a, 1983b; Hays e. a., 1998). В то же время, несмотря на столь заметное положение в биоценозах, паразитофауна раков и ее количественные показатели остаются практически неизвестными. Имеется лишь информация о встречаемости у эвфаузиид некоторых паразитических простейших (Тимофеев, 1987а; Тимофеев, Тимофеева, 1984).

При анализе содержимого желудочно-кишечного тракта эвфаузииды *Thysanoessa raschii* (M. Sars, 1864) нами были обнаружены одноклеточные организмы, идентифицированные как грегарини (Gregarinina). Поскольку исследовался материал, фиксированный формалином, подробное таксономическое определение этих паразитических простейших осуществить не представлялось возможным. Вследствие этого мы ограничились лишь количественной оценкой степени зараженности эвфаузиид грегаринами без рассмотрения таксономической принадлежности последних.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собран в конце июля 1982 г. и в феврале 1983 г. (14-й и 17-й рейсы НИС «Дальние Зеленцы» соответственно) в районе к северо-востоку от архипелага Семь Островов ( $68^{\circ}26'$  с. ш.,  $38^{\circ}33'$  в. д.), где в это время были обнаружены приповерхностные скопления эвфаузиид (Тимофеев, 1987б, 1993). Для сбора раков использовалась коническая сеть с диаметром входного отверстия 0.8 м (сторона ячей капронового сетного полотна 0.5 мм): горизонтальный лов в поверхностном слое в течение 10 мин со скоростью 2 узла.

Пробы консервировались 5 %-ным раствором нейтрального формалина и обрабатывались в лаборатории через 1.5—2 мес. после экспедиции. Из каждой пробы отбирали по 50—60 экз. эвфаузиид, которых идентифицировали до вида, пола и у которых измеряли длину тела (от кончика рострума до конца тельсона) и определяли массу (взвешиванием на торсионных весах ВТ-500). Затем из каждого рака извлекали желудочно-кишечный тракт и просматривали его под микроскопом. Для оценки относительного значения животной и растительной пищи в питании эвфаузиид использовали метод, предложенный Роже (Roger, 1973). В соответствии с этим методом раки делятся на три группы: А — свыше 80 % содержимого желудочно-кишечного тракта раков представлено остатками растительного происхождения, В — животные, в желудочно-кишечном тракте которых более 80 % содержимого составляют остатки животного происхождения, и ВА — раки, у которых пища состоит из растительных и животных организмов в равном соотношении.

Помимо остатков пищи в желудочно-кишечном тракте эвфаузиид регистрировались представители споровиков — грегарини (Gregarinina).

Коэффициенты упитанности ( $Q$ , %) у эвфаузиид рассчитывали по формуле (Lalithanbika e. a., 1983):  $Q = 100 (W/L^b)$ , где  $W$  — масса раков (мг),  $L$  — длина тела (мм),  $b$  — показатель степени в уравнении зависимости  $W$  от  $L$  ( $b = 3.402$ ; Дробышева, Тимофеев, 1990).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Популяционная структура обловленных скоплений *T. raschii* рассмотрена ранее (Тимофеев, 19876, 1993): летом доминировали особи размером 21—31 мм, зимой — 15—26 мм; соотношение полов сдвинуто в сторону резкого преобладания самок.

Информация о размерах, массе, коэффициентах упитанности, содержимом желудочно-кишечного тракта и количестве обнаруженных грегарин для каждого рака из летнего скопления представлена в табл. 1. У эвфаузиид, пойманных зимой, грегарини не найдены, а их желудочно-кишечный тракт был заполнен детритом и остатками веслоногих ракообразных (Хомякова, 1986), т. е. животных можно отнести к группе В.

В кишечниках эвфаузиид из летнего скопления обнаружены грегарини, внешне сходные с таковыми, найденными в кишечнике и печени антарктического рака *Euphausia superba* Dana, 1852 (представители рода *Cephaloidophora* Mawrodia, 1908) (Авдеев, 1985, 1987). Все грегарини были представлены гамонтами и имели размеры от 80 до 150 мкм. Форма тела чаще всего яйцевидная, некоторые особи имели округлую форму.

Грегарини обнаружены у 51 рака из 57 просмотренных (89.4 %). Интенсивность инвазии *T. raschii* споровиками в летний период варьирует от 0 до 1035 экз. (табл. 1). Связь между интенсивностью инвазии и длиной тела и массой раков отсутствует (рис. 1). Однако просматривается определенная тенденция увеличения количества грегарин в желудочно-кишечном тракте эвфаузиид, питающихся исключительно растительной пищей (фитопланктоном) (группа А) (табл. 2). Присутствие грегарин и их количество никак не отражается на степени накормленности раков, что подтверждается отсутствием связи между интенсивностью инвазии и коэффициентом упитанности (рис. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, изученный материал свидетельствует прежде всего о том, что существует заметная сезонная изменчивость в количественных показателях инвазии баренцевоморской эвфаузииды *T. raschii* кишечными паразитами — грегаринами. Зимой паразиты не обнаружены, тогда как летом интенсивность инвазии может достигать 1000 и более экз. Аналогичная картина зараженности эвфаузиид грегаринами отмечена в летний период в водах Антарктики, где интенсивность инвазии массового рака *Euphausia superba* также достигает 1000 экз. (варьирует от 2 до 950 экз.) (Авдеев, 1985). Большое количество споровиков, обнаруживаемое в одном

Таблица 1

Биологическая характеристика обследованных эвфаузиид *Thysanoessa raschii* (N = 57)  
и интенсивность инвазии раков грегаринами

Table 1. Biological characteristic of euphausiids *Thysanoessa raschii* examined (N = 57)  
and level of infection with gregarinids

Длина тела (L, мм)	Масса тела (W, мг)	Коэффициент упитанности (Q, %)	Пол	Содержимое желудочно-кишечного тракта (A, V или VA)	Количество грегарин в кишечнике (N, экз.)
21	155	0.49	Самец	A	17
24	96	0.19	Самец	VA	1
25	122	0.21	Самка	A	15
25	112	0.2	Самка	VA	3
26	137	0.21	Самка	VA	316
26	131	0.2	Самка	A	260
26	135	0.2	Самка	VA	2
26	128	0.2	Самка	A	552
26	121	0.18	Самка	A	173
26	133	0.2	Самка	A	6
26	137	0.21	Самец	VA	582
27	133	0.18	Самка	A	
27	133	0.18	Самец	VA	
27	135	0.18	Самка	VA	7
27	146	0.2	Самка	A	57
27	151	0.2	Самка	A	7
27	161	0.22	Самка	A	16
27	122	0.16	Самец	VA	200
27	151	0.2	Самка	VA	39
27	125	0.17	Самка	VA	8
27	124	0.16	Самка	A	169
27	150	0.2	Самка	A	30
27	145	0.2	Самка	A	1
27	129	0.17	Самка	A	7
27	147	0.2	Самка	VA	4
27	131	0.18	Самка	VA	8
27	153	0.2	Самка	A	372
28	173	0.2	Самка	VA	2
28	143	0.17	Самец	VA	5
28	144	0.17	Самка	VA	9
28	157	0.18	Самка	A	19
28	146	0.17	Самка	A	15
28	139	0.16	Самка	A	2
28	128	0.15	Самка	A	1
28	147	0.17	Самка	A	104
28	128	0.15	Самка	A	1
28	136	0.16	Самка	A	179
28	150	0.18	Самка	A	1035
28	177	0.21	Самка	VA	81
28	163	0.19	Самка	A	38
28	147	0.17	Самка	VA	428
28	176	0.21	Самка	A	153
28	169	0.2	Самка	VA	228
28	160	0.19	Самка	A	202
28	130	0.15	Самка	A	110
28	173	0.2	Самка	VA	1
28	143	0.17	Самка	VA	—
29	170	0.18	Самка	A	—
29	183	0.19	Самка	VA	—
29	174	0.18	Самка	A	493
29	140	0.14	Самец	VA	25
29	168	0.18	Самка	VA	17
30	170	0.16	Самка	A	415
30	167	0.16	Самка	A	44
30	168	0.16	Самка	A	240
30	177	0.16	Самка	VA	36
30	193	0.18	Самка	VA	—

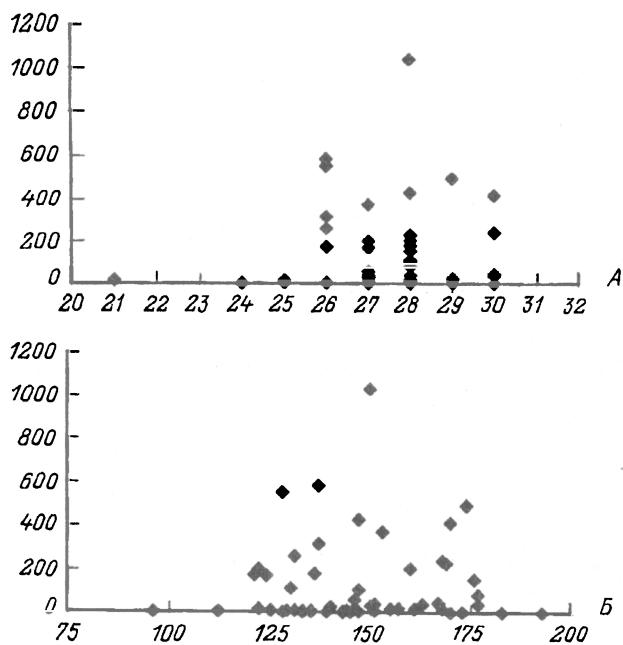


Рис. 1. Зависимость интенсивности инвазии грегаринами эвфаузиид от размеров и массы тела последних.

А — зависимость от длины тела; Б — зависимость от массы тела; по оси ординат — количество раков ( $N$ , экз.); по оси абсцисс: А — длина тела раков, мм, Б — масса тела, мг.

Fig. 1. Dependence of gregarinid infection level upon size and body mass of euphausiid.

животном, в обоих случаях, видимо, связано со стайным образом жизни хозяев, что ведет к образованию локальных «пятен» высоких концентраций ооцист в пределах скоплений эвфаузиид. Подтверждением взаимосвязи между интенсивностью инвазии и стайным образом жизни являются данные по зараженности грегаринами планктонных раков, не образующих плотных скоплений: интенсивность инвазии у таких ракообразных не превышает 2—27 экз. (Цимбалюк, 1980).

Связь между интенсивностью инвазии и содержимым желудочно-кишечного тракта эвфаузиид может быть объяснена следующим образом. В весенне-летний период

Таблица 2  
Количественные показатели инвазии грегаринами  
эвфаузиид *Thysanoessa raschii*, питающихся разной пищей

Table 2. Quantitative indices of gregarinid infection  
of euphausiids *Thysanoessa raschii* feeding on different food

Показатель	Трофическая группа эвфаузиид		
	A	VA	V
Количество обследованных раков (экз.)	32	25	50
Минимальное количество грегарин у одного рака (экз.)	0	0	0
Максимальное количество грегарин у одного рака (экз.)	1035	582	0
Среднее количество грегарин, приходящееся на одного рака (экз.)	$147.9 \pm 39.4$	$80 \pm 30.6$	0

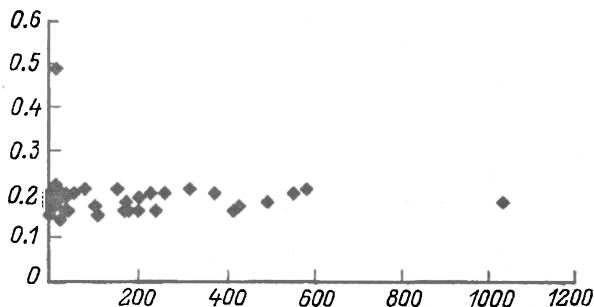


Рис. 2. Зависимость коэффициента упитанности раков от интенсивности их заражения грегаринами.

По оси абсцисс — количество раков ( $N$ , экз.); по оси ординат — коэффициент упитанности ( $Q$ , %).

Fig. 2. Dependence of the nourishment state coefficient of crustaceans upon their infection with gregarinids.

баренцевоморские *T. raschii* пытаются почти исключительно фитопланктоном. Способ питания в данном случае — фильтрация (раки потребляют все, что задерживается щетинками на грудных конечностях — торакоподах, т. е. имеет место безвыборочная фильтрация). Однако помимо фитопланктона раки этого вида способны потреблять и животную пищу, чаще всего мелких веслоногих раков (Тимофеев, 1991; Fevolden, 1982). Такое питание осуществляется путем целенаправленного поиска добычи и поимки каждой жертвы по отдельности и наблюдается обычно в зимний период (Хомякова, 1986; Тимофеев, 1991). Следовательно, можно сделать вывод, что интенсивность инвазии эвфаузиид в конечном итоге зависит от способа питания: при фильтрации она максимальная, при хищничестве — минимальная. Поскольку же тип питания варьирует в сезонном аспекте, то и количественные показатели зараженности раков грегаринами также имеют заметно выраженную сезонную изменчивость.

Отсутствие связи между интенсивностью инвазии, размерами (длина и масса тела) и степенью накормленности раков подтверждает представление о грегаринах, как об очень специализированных и древних паразитах. В результате длительной коэволюции их отношения с хозяевами приобрели специфический характер, без внешних проявлений антагонизма (Гинецинская, Добровольский, 1978). Однако такие взаимоотношения имеют место, видимо, лишь в случае локализации грегарин в кишечнике хозяина. При обитании в других органах, например в печени, у эвфаузиид происходят заметные морфологические изменения этого органа, что, в конечном итоге, не может не сказываться на продуктивности раков (Авдеев, 1985, 1987). При этом, правда, следует иметь в виду, что кишечник эвфаузиид для грегарин — полноценная среда обитания, где они проходят все необходимые стадии своего развития, тогда как печень — это орган, где половой процесс у грегарин отсутствует и где они лишь накапливаются (Авдеев, 1987).

Подводя итог, можно еще раз отметить, что нами обнаружена сезонная изменчивость интенсивности инвазии баренцевоморских планктонных ракообразных *T. raschii* кишечными споровиками — грегаринами, и что эта вариабельность степени зараженности определяется, в конечном итоге, способом питания раков (фильтрация или хищничество).

#### Список литературы

Авдеев В. В. Новые виды грегарин рода *Cephaloidophora* — паразиты *Euphausia superba* // Паразитология. 1985. Т. 19, вып. 1. С. 72—75.  
 Авдеев В. В. Некоторые особенности развития грегарини *Cephaloidophora pacifica* — паразита *Euphausia superba* // Паразитология. 1987. Т. 21, вып. 4. С. 580—582.  
 Белопольский Л. О. Экология морских колониальных птиц Баренцева моря. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 460 с.

Гинецинская Т. А., Добровольский А. А. Частная паразитология: Паразитические простейшие и плоские черви. М.: Высш. шк., 1978. 303 с.

Дробышева С. С. Эвфаузииды Баренцева моря и их роль в формировании промысловой биопродукции. Мурманск: ПИНРО, 1994. 139 с.

Дробышева С. С., Тимофеев С. Ф. Эвфаузииды Баренцева моря. Апатиты: Изд-во Кол. науч. центра АН СССР, 1990. 33 с.

Тимофеев С. Ф. Опыт использования данных по зараженности паразитическими простейшими в популяционных исследованиях планктонных ракообразных // Жизненные циклы паразитов в биоценозах северных морей. Апатиты: Изд-во Кол. фил. АН СССР, 1987а. С. 70—73.

Тимофеев С. Ф. Численность эвфаузиид в прибрежье Восточного Мурмана в зимний период // Биология моря. 1987б. Вып. 3. С. 66—69.

Тимофеев С. Ф. Состав пищи и пищевые потребности баренцевоморской эвфаузииды *Thysanoessa raschii* (M. Sars) (Crustacea) // Продукционно-деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря. Апатиты: Изд-во Кол. науч. центра АН СССР, 1991. С. 81—89.

Тимофеев С. Ф. Популяционная структура летних скоплений эвфаузииды *Thysanoessa raschii* (M. Sars) в южной части Баренцева моря // Океанология. 1993. Т. 33, вып. 6. С. 890—894.

Тимофеев С. Ф., Тимофеева С. В. Обнаружение эллобиопсиды *Thalassomyces fagei* Timm (Protozoa, Mastigophora) у баренцевоморского рака *Thysanoessa inermis* (Krøyer) (Crustacea, Euphausiaceae) // Паразитология. 1984. Т. 18, вып. 5. С. 404—405.

Хомякова Н. Б. Питание баренцевоморских эвфаузиид в зимний период // Экология и биологическая продуктивность Баренцева моря. Тез. докл. Всес. конф. Мурманск, 1986. С. 97—98.

Цимбалик Е. М. Результаты исследования паразитофауны планктонных организмов советских дальневосточных морей // Вопросы паразитологии водных беспозвоночных животных. Вильнюс, 1980. С. 103—104.

Fe volden S. E. Feeding habits and enzyme polymorphism in *Thysanoessa raschii* and *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea: Euphausiaceae) // Sarsia. 1982. Vol. 67. P. 1—10.

Hays R., Measures L. N., Huot J. Euphausiids as intermediate hosts of *Anisakis simplex* in the St. Lawrence estuary // Can. J. Zool. 1998. Vol. 76. P. 1226—1235.

Lalithambika D. C. B., Chandrasekharan N. K. K., Balasubramanian T., Gopalakrishnan T. C., Aravindakshan P. N., Krishnan K. M. Lengthweight relation and condition factor of *Penaeus indicus* and *Metapenaeus dobsoni* in the Cochin backwater // Mahasagar. Bull. Nat. Inst. Oceanogr. 1983. Vol. 16. P. 399—402.

Roger C. Recherches sur la situation trophique d'un groupe d'organismes pélagiques (Euphausiaceae). I. Niveaux trophiques des espèces // Mar. Biol. 1973. Vol. 18. P. 312—316.

Smith J. W. Larval *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) and larval *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Ascaridoidea) in euphausiids (Crustacea: Malacostraca) in the North-East Atlantic and northern North Sea // J. Helminthol. 1983a. Vol. 57. P. 167—177.

Smith J. W. *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) (Nematoda: Ascaridoidea) morphology and morphometry of larvae from euphausiids and fish, and a review of the life-history and ecology // J. Helminthol. 1983b. Vol. 57. P. 205—224.

ММБИ КНЦ РАН,  
Мурманск, Дальние Зеленцы, 183010; А/я 7278

Поступила 3.01.2001

QUANTITATIVE INDICES OF THE INFECTION WITH GREGARINIDS  
(SPOROZOA: GREGARININA) IN THE EUPHAUSIID *THYSANOESSA RASCHII*  
(CRUSTACEA: EUPHAUSIACEA)

S. F. Timofeev

*Key words:* Sporozoa, Gregarinina, Crustacea, Euphausiacea, infection rate.

SUMMARY

An occurrence of the gregarinids in the gastrointestinal tract of euphausiid *Thysanoessa raschii* was studied in summer 1982 and winter 1983 in the southern part of the Barents Sea. The infection rates of *T. raschii* with gregarinids was 0 % in winter and 89.4 % in summer. The highest level of infection was 1035 gregarinida per crustacean. The level of infection was found to be related mainly to be food composition (no gregarinids was found in euphausiids with copepods in stomach, the high level — in crustaceans with phytoplankton in the gastrointestinal tract).